

AUTOMATIC GAIN CONTROLLER

Publication number: JP8186456

Publication date: 1996-07-16

Inventor: SOEYA MIYUKI; TSURUMI HIROSHI; MAEDA TADAHIKO; SUZUKI YASUO

Applicant: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

Classification:

- international: H03G3/20; H03G3/30; H03G3/20; H03G3/30; (IPC1-7): H03G3/20; H03G3/30

- european:

Application number: JP19940326402 19941227

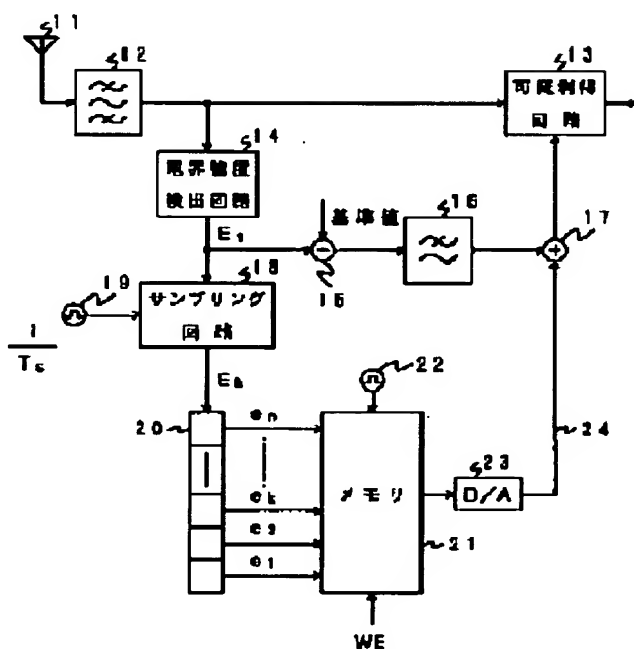
Priority number(s): JP19940326402 19941227

Report a data error here

Abstract of JP8186456

PURPOSE: To follow up even high-speed received electric field strength fluctuation like fluorescent lamp fading as well.

CONSTITUTION: This device is provided with a variable gain circuit 13 for inputting the received signal of a radio communication terminal, electric field strength detecting circuit 14 for outputting electric field strength information by detecting the electric field strength of the received signal, sampling circuit 18 for sampling the electric field strength information in a prescribed sampling cycle, and memory 21 for inputting the sampled electric field strength information and storing information for one cycle in the electric field strength fluctuating components of prescribed cycles at least. Then, gain control circuits 17 and 23 are provided to control the gain of the variable gain circuit 13 based on the information read out of this memory 21.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(11)特許出願公開番号

特開平8-186456

(43)公開日 平成8年(1996)7月16日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H O 3 G 3/20

C

3/30

A

C

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全 13 頁)

(21)出願番号

特願平6-326402

(22) 出願目

平成6年(1994)12月27日

(71)出題人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 添谷 みゆき

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 鶴見 博史

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 前田 忠彦

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

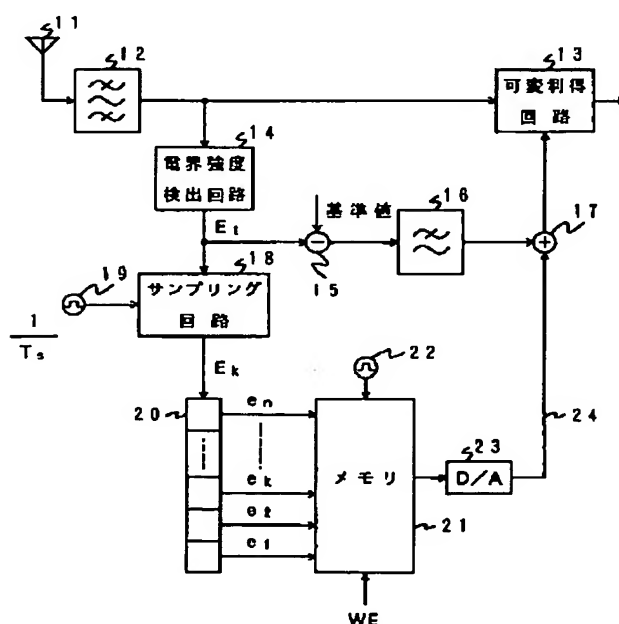
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自動利得制御装置

(57) 【要約】

【目的】蛍光灯フェージングのような高速の受信電界強度変動に対しても追従可能とした無線通信端末用の自動利得制御装置を提供する。

【構成】無線通信端末の受信信号を入力とする可変利得回路１３と、受信信号の電界強度を検出して電界強度情報を出力する電界強度検出回路１４と、電界強度情報を所定のサンプリング周期でサンプリングするサンプリング回路１８と、サンプリングされた電界強度情報を入力して所定周期の電界強度変動成分の少なくとも１周期分の情報を記憶するメモリ２１と、このメモリ２１から読み出される情報に基づいて可変利得回路１３の利得を制御する利得制御回路１７、２３を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】無線通信端末の受信信号を入力とする可変利得手段と、

前記受信信号の電界強度を検出し、その電界強度情報を所定のサンプリング周期でサンプリングするサンプリング手段と、

このサンプリング手段によりサンプリングされた電界強度情報を入力して所定周期の電界強度変動成分の少なくとも 1 周期分の情報を記憶する記憶手段と、

この記憶手段から読み出される情報に基づいて前記可変利得手段の利得を制御する利得制御手段とを具備することを特徴とする自動利得制御装置。

【請求項 2】無線通信端末の受信信号を入力とする可変利得手段と、

前記受信信号の電界強度を検出し、その電界強度情報を所定のサンプリング周期でサンプリングするサンプリング手段と、

このサンプリング手段によりサンプリングされた電界強度情報を入力して所定周期の電界強度変動成分の少なくとも 1 周期分の情報を記憶する記憶手段と、

この記憶手段から読み出される情報と前記電界強度情報との差分を検出する差分検出手段と、

この差分検出手段の出力を所定時間積分する積分手段と、

この積分手段の出力が所定値以上になったとき前記記憶手段の内容を更新する更新手段と、

前記記憶手段から読み出される情報に基づいて前記可変利得手段の利得を制御する利得制御手段とを具備することを特徴とする自動利得制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は自動利得制御装置に係り、特に無線 LAN や第二世代コードレス電話システム等において屋内で使用される無線通信端末に適した自動利得制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】移動通信に用いられる無線端末では、端末自身の移動または端末周囲の人の移動等により、受信信号の電界強度が変動する。このため端末には通常、検波部へ入力する信号電圧を適正值に設定し、常に良好な通話品質を確保するために、自動利得制御（AGC）機能を備えられている。このような AGC に要求される性能の一つに、受信電界強度変動への追従性がある。受信電界強度変動の周波数は一般に端末の移動速度と使用される無線周波数帯から決まるので、端末が使用される状況に応じて様々な値となり、一般には想定される最悪値を基準として AGC は設計される。受信電界強度変動の周波数は、例えば第二世代コードレス電話では 6 Hz 程度であり、自動車電話では 50 Hz ～ 80 Hz である。

【0003】一方、コードレス電話の端末のような屋内

で使用される無線通信端末では、上記のような端末や周囲の人の移動に起因する受信電界強度の変動のほか、さらに蛍光灯による受信電界強度の変動がある。蛍光灯は、点灯時には電波にとって導体に見え、消灯時には絶縁体に見えるため、蛍光灯に入射した電波は商用交流電源の電源周波数の 2 倍で振幅変調を受ける。このため、受信信号には蛍光灯からの反射波と蛍光灯に入射しない直接波との干渉により、電源周波数に同期した電界強度変動が生ずる。このような蛍光灯による受信電界強度の変動は蛍光灯フェージングと呼ぶ。この蛍光灯フェージングによる受信電界強度の変動速度は蛍光灯の点灯周期の 2 倍、つまり電源周波数の 2 倍であり、具体的には関東地区の場合で 100 Hz、関西地区の場合で 120 Hz と、端末の移動や周囲の人の移動による変動速度に比較して高速である。

【0004】このような高速の受信電界強度の変動に対して、無線通信端末の持つ AGC が追従可能であれば問題ないが、従来の AGC は低速フェージングに対して追従するように設計されており、蛍光灯フェージングのような高速の電界強度変動に追従するのは困難であった。この結果、蛍光灯フェージングに対しては AGC 後段の検波器の入力電圧が所定範囲内に制御されず、通信品質の劣化が生ずるという問題が生じる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来の無線通信端末に内蔵された AGC では、蛍光灯による高速な受信電界強度の変動に追従することができないため、屋内で使用される無線通信端末においては、通信品質が劣化するという問題があった。本発明は、蛍光灯フェージングのような高速の受信電界強度変動に対しても追従可能とした自動利得制御装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明は受信信号の蛍光灯による受信電界強度の変動は電源周波数に依存して周期性を持つ点に着目し、その周期の電界強度変動成分の情報を記憶しておき、これに基づいて自動利得制御を行うようにしたことを骨子とする。

【0007】すなわち、本発明に係る自動利得制御装置は、無線通信端末の受信信号を入力とする可変利得手段と、前記受信信号の電界強度を検出し、その電界強度情報を所定のサンプリング周期でサンプリングするサンプリング手段と、このサンプリング手段によりサンプリングされた電界強度情報を入力して所定周期の電界強度変動成分の少なくとも 1 周期分の情報を記憶する記憶手段と、この記憶手段から読み出される情報に基づいて前記可変利得手段の利得を制御する利得制御手段とを具備することを特徴とする。

【0008】この場合、サンプリング手段でのサンプリ

ング周期は、無線通信端末が使用される屋内に設置された蛍光灯によるフェージング周期と異なる周期であることが望ましい。すなわち、サンプリング周波数は商用交流電源の周波数の整数倍と異なる周波数であることが望ましい。さらに言い換えれば、サンプリング周期はと蛍光灯フェージングの周期の差分の整数倍が蛍光灯フェージングの周期と等しくなるように設定することが望ましい。

【0009】また、本発明に係る他の自動利得制御装置は、上記の記憶手段から読み出される情報と前記電界強度情報との差分を検出する差分検出手段と、この差分検出手段の出力を所定時間積分する積分手段と、この積分手段の出力が所定値以上になったとき前記記憶手段の内容を更新する更新手段をさらに具備することを特徴とする。

【0010】また、本発明を時分割多重システムに用いられる無線通信端末に使用される自動利得制御装置に適用する場合は、前記電界強度情報と記憶手段から読み出されるサンプリングされた情報を比較し、同じ電界強度となるサンプリング点の蛍光灯フェージングの周期に対する相対位相を出力する位相検出手段と、時刻 t_n

(n ; 整数) に検出された位相検出手段の出力を初期値とし、この初期値および記憶手段から読み出された情報を入力とし、時刻 t_{n+m} (ここに、 $t_{n+m} > t_n$, m ; 1 以上の整数) で検出が予想される電界強度を推定して出力する電界強度推定手段とをさらに具備することを特徴とする。

【0011】この場合、無線通信端末の電源として用いられる商用交流電源の出力を蛍光灯フェージングの周期の情報として位相検出手段の入力としてもよい。また、本発明においては蛍光灯の点灯時刻および消灯時刻を検出する光検出手段を具備し、この光検出手段の出力を蛍光灯フェージングの周期の情報として上記の位相検出手段の入力としてもよい。

【0012】さらに、本発明においては無線通信端末の電源として用いられる商用交流電源の周波数の 2 倍に遮断中心周波数を有する遮断特性を持つ帯域遮断フィルタを用いて、受信信号に含まれる蛍光灯フェージングの影響を除去することも可能である。

【0013】

【作用】蛍光灯フェージングの周期、つまり蛍光灯の点滅に起因する無線通信端末の受信電界強度の変動の周期は、蛍光灯を駆動する商用交流電源の周波数により依存する固定の値であり、また充分長い時間において蛍光灯フェージングによる受信電界強度の変動はフェージング周期の周期関数と見なせる。

【0014】本発明では、予め蛍光灯フェージングなどによる周期的な受信電界強度の変動情報を記憶しておき、所定時刻での受信電界強度を精度良く推定することが可能となるため、これを用いて自動利得制御を行う。

このようにすることにより、蛍光灯フェージングのような高速の受信電界強度変動への追従が可能となる。

【0015】また、蛍光灯フェージングは無線通信端末の周囲にいる人や、端末自身の移動により状況が変化する。このように蛍光灯フェージングの状況が変化した場合、記憶手段に記憶されている情報は、実際の蛍光灯フェージングによる電界強度変動を反映しない不適切なものとなる。

【0016】そこで、本発明では記憶手段から読み出される情報と電界強度検出手段によりリアルタイムで得られる電界強度情報との差分を検出してこれを所定時間積分し、その積分値が所定値以上になったとき記憶手段の内容を更新することにより、このように蛍光灯フェージングの状況変化に対応して常に最適な自動利得制御を行うことができる。

【0017】

【実施例】

(実施例 1) 図 1 は、本発明の一実施例に係る自動利得制御装置の構成を示すブロック図である。同図において、アンテナ 11 で受信された受信信号はバンドパスフィルタ 12 により所望周波数の成分のみ抽出された後、可変利得回路 13 と電界強度検出回路 14 に入力される。電界強度検出回路 14 は、無線端末内では通常、中間周波数帯またはベースバンド帯で受信信号の電界強度を検出する。電界強度検出を中間周波数帯で検出する場合には、一般に低域通過特性をもつフィルタを通過させた後、電圧検出を行う。また、ベースバンド帯で電界強度検出を行う場合には直交復調後の I、Q チャネルから複素包絡を検出することにより行う。本発明は、これらいずれの場合にも適用できるが、特に応答速度の高速化が困難なベースバンド帯での検出が有効である。

【0018】電界強度検出回路 14 から出力される電界強度情報 E_t は、減算器 15 により基準値との差分がとられ、この差分がローパスフィルタ 16 および加算器 17 を経て可変利得回路 17 に利得制御信号として供給される。可変利得回路 17 は、例えば利得を電氣的に制御できる可変利得増幅器により構成される。これらの電界強度検出回路 14 ~ 減算器 15 ~ ローパスフィルタ 16 ~ 加算器 17 ~ 可変利得回路 17 による制御ループは、無線通信端末の移動や周囲の人の移動による通常の受信電界強度変動に対して、可変利得回路 17 から出力される信号の振幅を一定にするための従来から設けられている AGC ループと同様のものである。

【0019】また、電界強度検出回路 14 から出力される電界強度情報 E_t は、蛍光灯フェージングに対する AGC のために、まずサンプリング回路 18 にも入力され、サンプリングクロック発生回路 19 からの周期 T_s のサンプリングクロックによりサンプリングされる。なお、これらサンプリング回路 12 と電界強度検出回路 14 の順序は図 1 と逆であってもよい。サンプリングクロ

ックは、無線通信端末内で発生されるクロックを分周したもので代用することもできる。サンプリング回路18からは、サンプリングされた離散的な電界強度情報 E_k が出力される。この電界強度情報 E_k はデータレジスタ20に一旦保持される。

【0020】データレジスタ20は例えばシフトレジスタにより構成されたもので、その段数は蛍光灯フェージングの周期とサンプリングクロックの周波数に基づいて設定され、例えば蛍光灯フェージングの一周期分のサンプリングされた電界強度情報 E_k を保持するものとするれば、蛍光体フェージングの周期とサンプリング間隔の差が蛍光体フェージングの1周期の $1/10$ の場合、10段である。データレジスタ20に格納できるデータ長を n (n :整数)とすると、データレジスタ20には $\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ なる電界強度情報が保持されることになる。

【0021】データレジスタ20の出力は、メモリ21に書き込み許可信号WEによる指示の下で書き込まれる。メモリ21は、製造後に外部から書き替えできるのであり、RAM、EPROMあるいはシフトレジスタ等が用いられる。メモリ21の内容は、通信中に読み出し用クロック発生回路22からの読み出し用クロックによ読み出される。読み出し用クロックに代えて、これに同期したアドレス信号を用いてもよい。また、図1ではデータレジスタ20の出力を直接メモリ21に入力しているが、CPUを介して入力してもよい。

【0022】メモリ21から読み出される電界強度変動情報は、D/A変換器23により蛍光灯フェージングに対するAGCのためのアナログの利得制御信号とされた後、加算器17を介して可変利得回路13に利得制御信号として供給される。なお、利得制御を離散的に行う場合には、D/A変換器23を用いず、メモリ21から読み出されるデジタル的な電界強度情報をそのまま利得制御信号として用いてもよい。

【0023】次に、図2を参照して本実施例の動作を説明する。蛍光灯フェージング、つまり蛍光灯による受信電界強度の変動は、充分長い時間において周期 T_{fl} の関数と見なすことができる。ここで、 T_{fl} は蛍光灯フェージングの周期である。すなわち、蛍光灯による受信電界強度の変動は

$$E(t) = E(t - n \cdot T_{fl}) \quad n: \text{整数}$$

で表わされ、波形で表わすと図2(a)に示すようになる。この蛍光灯による電界強度の最大変動レベルは、図2(a)に示すように周期 T_{fl} 毎に発生する。本実施例では、蛍光灯フェージングに相当する電界強度変動情報をフェージング周期 T_{fl} の一周期分だけメモリ21で記憶し、これを随時メモリ21から読み出して可変利得回路13に対する利得制御に反映させる。

【0024】次に、サンプリング回路18によりサンプリングした電界強度情報を用いて、フェージング周期の

一周期分の電界強度変動を推定する手法について述べる。図2(a)に示す電界強度情報 $E(t)$ を電界強度検出回路14からサンプリング回路18に入力し、サンプリングクロック発生回路19からの図2(b)に示す適当な周期 T_s (サンプリング周期)のサンプリングクロックでサンプリングすることによって、図2(c)に示す離散的な電界強度情報 $\{e_1, e_2, e_3, \dots, e_6\}$ を得たとする。ここで、サンプリング周期 T_s を $T_s = m \cdot T_{fl}$ (n :整数)と設定することにより、異なる位相の電界強度情報をサンプリングすることが可能である。このようにサンプリング周期 T_s を設定することにより、等価的に周期 $T_{fl} - T_s$ のサンプリングクロックによって一周期分の電界強度情報をサンプリングしたことになる。この点について、図3を用いて詳細に説明する。

【0025】図3は、サンプリング周期 T_s と蛍光灯フェージングの周期 T_{fl} 、および両者の差分で定義される周期 $T_{er} = T_{fl} - T_s$ の関係を示す。なお、図3では $T_s < T_{fl}$ としたが、 $T_s > T_{fl}$ であってもよい。ここで、図3に示すサンプリングクロックの立ち上がりで、電界強度情報をサンプリングすることになると、電界強度情報は蛍光灯フェージングの一周期内で1サンプル検出され、検出時刻は蛍光灯フェージングの一周期区間で、 $T_{er} \rightarrow 2 \times T_{er} \rightarrow 3 \times T_{er}$ のように、 T_{er} なる時間ずつシフトする。この場合、フェージング周期の (T_{fl} / T_{er}) 倍の時間において、蛍光灯フェージングの一周期区間が繰り返されるとすれば、蛍光灯フェージングによる電界強度変動を (T_{fl} / T_{er}) サンプル/周期したことに等しい。例えば、フェージング周期 T_{fl} を $1/100\text{Hz}$ 、サンプリングクロックの周波数を 11kHz とすると、単位周期当たり10サンプルであり、全データの取得に要する時間は 1sec である。

【0026】このように、サンプリング周期 T_s と蛍光灯フェージングの周期 T_{fl} の差分の整数倍が T_{fl} に等しくなるようにサンプリング周期 T_s を設定することにより、蛍光灯フェージングである図2(a)に示す電界強度変動を推定することができる。

【0027】次に、メモリ21に記憶した電界強度変動情報を読み出し、利得制御に反映させる手法について述べる。サンプリングされた電界強度情報は、充分長い時間において有効であるから、これをEPROMやRAMあるいはレジスタ等のラッチ回路を含むメモリ21に記憶させ、読み出しクロックに同期したアドレスデータを入力して読み出すことにより、従来のAGCで用いられていた積分操作を行わずに電界強度を推定することが可能である。この動作に関して、図2を用いて説明する。

【0028】図2(e)に示した周期 T_R のクロックは、メモリ21に記憶されたサンプリングされた電界強度情報のデータを読み出すための読み出しクロックであり、読み出し用クロック発生回路22で発生される。こ

ここでは、 $TR = T_{er}$ とすることにより、蛍光灯フェージングに起因する図 2 (d) に示す電界強度変動を推定することが可能となる。そして、メモリ 21 から読み出される電界強度変動の推定値を図 2 (a) に示した受信電界強度変動に同期させ、可変利得回路 13 の利得制御に使用する。

【0029】次に、こうして推定した図 2 (d) の電界強度変動を図 2 (a) の受信電界強度情報と同期させる手法について述べる。無線通信端末に入力する受信信号の蛍光灯フェージングによる電界強度変動は、蛍光灯の点灯周期および無線通信端末が使用する商用交流電源に同期する。従って、蛍光灯の点灯時刻と消灯時刻を検出する光検出器出力、並びに商用交流電源の振幅情報を用いることにより、無線通信端末に入力する受信信号の蛍光灯フェージングがメモリ 21 内のどのサンプル値に相当するかが分かる。すなわち、光検出器出力が最大値となったとき蛍光灯フェージングも最大であるような光検出器を用いた場合、光検出器出力が最大となった時刻に同期して、メモリ 21 内のサンプリング値から最大値のデータつまり図 2 (d) の e6 を読み出せばよい。一方、商用交流電源の振幅値を検出し、振幅の最大値を検出した時刻に同期して、メモリ 21 内のサンプリング値の中から所定のものを出力すればよい。

【0030】本実施例では、蛍光灯フェージングが蛍光灯の点灯周期および商用交流電源の周期に同期する性質を利用したものであるが、検出された電界強度情報のみから蛍光灯フェージングに相当する電界強度変動の推定値と無線通信端末で受信される実際の蛍光灯フェージングの同期確立が可能である。これに関しては、後に詳細に述べる。

【0031】(実施例 2) 図 4 は、本実施例に係る自動利得制御装置の要部を示したもので、図 1 の構成に加えて、メモリ 21 に記憶されたデータの更新手段が新たに設けられている。メモリ 21 は、前述したように一周期の蛍光灯フェージングによる電界強度変動情報を記憶しているが、無線通信端末の周囲にいる人や物体、あるいは無線通信端末の移動に伴い、蛍光灯フェージングの様子は変化する。従って、現実にはメモリ 21 の内容を蛍光灯フェージングの変化に応じて適宜更新することが必要である。

【0032】図 4 において、図 1 のサンプリング回路 18 でサンプリングされた電界強度情報 E_k は、データレジスタ 20 に保持される。データレジスタ 20 はシフトレジスタであり、保持したデータをサンプリング回路 18 のサンプリング周期で一つずつ図の下方にシフトさせる。メモリ 21 は書き込み許可信号 WE により、データレジスタ 21 に保持したデータを読み込む。ここで、本実施例では図 1 の電界強度検出回路 14 によりリアルタイムで検出している電界強度情報と、メモリ 21 から出力される電界強度変動情報を比較し、比較出力がある一

定値以上となったときに書き込み許可信号 WE を出力する。

【0033】すなわち、差分検出回路 25 においてデータレジスタ 20 を介して出力される電界強度検出回路 14 からの電界強度情報と、メモリ 21 からデータレジスタ 26 を介して出力されるメモリ 21 からの電界強度変動情報との差分がとられる。データレジスタ 26 は、差分検出回路 25 の二つの入力を同期させるために設けられている。差分検出回路 25 から出力される差分情報は累積加算器 27 に入力され、一定時間累積加算、つまり積分される。この累積加算器 27 の出力は比較器 28 に入力され、所定値 V_{th} と比較される。比較器 28 は、累積加算器 27 の出力が所定値 V_{th} 以上になったことをもって、書き込み許可信号 WE をメモリ 21 に出力する。

【0034】このように本実施例では、図 1 の電界強度検出回路 14 によりリアルタイムで検出されている電界強度情報と、メモリ 21 に保持されている電界強度変動情報を比較し、両者の差分が所定値以上になったときメモリ 21 の内容を更新することにより、常に蛍光灯フェージングの変化に対応したより適切な自動利得制御を行うことができる。

【0035】(実施例 3) 本実施例では、時分割多重通信 (TDMA) に用いられる無線通信端末に内蔵される自動利得制御装置について説明する。時分割多重通信においては、無線通信端末はフレーム周期のタイミングで受信を行う。時分割スロットの長さに対してフェージングによる電界強度変動は充分長い場合、スロット内では電界強度は一定とみなすことが出来る。特に、利得制御を連続的にでなく切替えて離散的に行う AGC の場合には、切替時に雑音が発生し伝送品質が劣化する。これを回避するためには、時刻 t_n で受信したスロット内で検出される電界強度を基に、時刻 t_{n+1} で受信されるスロットにおける利得設定を、使用しないスロット区間で行うことが有効である。

【0036】しかし、このような利得制御はフェージングによる電界強度変動がスロット間隔に対して充分ゆっくりであると前提された場合にのみ適用できるもので、蛍光灯フェージングのように高速な電界強度変動への追従は従来困難であった。例えば、第二世代コードレス電話のフレーム周波数は 200 Hz であり、関東地区では蛍光灯フェージングの周波数 (100 Hz) の 2 倍に相当する。すなわち、蛍光灯フェージングの 1 周期に 2 回スロットを受信することになり、前回の受信スロット内で検出した受信電界強度情報を利用する利得切替型 AGC の場合、利得切替えの誤動作により受信品質が劣化すると予測される。

【0037】これに対し、本実施例では無線通信端末が次に受信するスロットの時刻が分かる点に着目して、予め学習し記憶させた蛍光灯フェージングのパターンと、

過去に検出した電界強度の履歴とから、次の受信スロットにおける蛍光灯フェージングの電界強度変動を推定し、利得制御に反映させることによって、利得切替の誤動作を未然に回避することが可能である。

【0038】この動作について図5を用いて詳細に説明する。図5(a)は、端末が予め学習した蛍光灯フェージングの波形である。ここに、 T_{fl} は蛍光灯フェージングの周期である。学習した波形は充分長い時間有効であるとする。蛍光灯フェージングが図5(a)のように生ずるとき、一例として受信するスロットのタイミングを同図(b)に示した。ここで、受信スロットの間隔、すなわちフレーム周期は T_{sl} である。各スロットで検出される電界強度を図5(a)中に $e_0 \sim e_4$ で示した。ここで、フレーム周期 T_{sl} とフェージング周期 T_{fl} は一定であるため、最初のスロットの位置 B_0 をフェージング周期に対する相対位相として特定することにより、その後に出検される電界強度 $e_1 \sim e_4$ が推定できる。以下、初期スロットの蛍光灯フェージングに対する位相検出を行う方法について詳細に説明する。

【0039】図6では、最初の1スロットで位相検出を行う方法について述べる。ここに、位相とは蛍光灯フェージングの周期に対するスロットの受信時刻で定義する。本実施例では、電界強度値と差分値を検出することにより位相検出を行うものであり、一スロット区間内での電界強度変動が多少ある場合有効である。図6において、電界強度検出回路30は電界強度の瞬間値をスロット内の平均電界強度を検出するものであり、通常はスロット内で積分した値を用いるが、スロットの中央あるいは後部付近において所定時間積分した値で代用してもよい。ここで、スロットの平均電界強度を e_i とする。その他の電界強度検出回路31, 32, 33は、各々スロットの前、中、後において瞬時電界強度を所定時間積分した値 e_{ib} , e_{im} , e_{ie} をそれぞれ出力する。

【0040】差分回路34, 35は、スロット前段部を基準とした中央部の相対強度($e_{im} - e_{ib}$)、並びにスロット中央部を基準とした後段部の相対強度($e_{ie} - e_{im}$)を求め、双方の符号情報(＋または－)を出力する。ここで、差分回路34, 35から出力された符号情報が正の場合には、検出区間で電界強度は増加したと判定でき、逆に、符号情報が負の場合には、検出区間で電界強度は減少したと判定できる。尚、差分回路34, 35をデジタル信号処理で実現する場合は、符号情報をMSBで代用してもよい。

【0041】メモリ36は、電界強度の絶対値と差分回路34, 35からの符号情報により相対初期位相 B_0 を推定して出力する。すなわち、電界強度検出回路30で検出した電界強度は2つの位相をとる可能性がある。単調増加部分での e_i に対する位相と、単調減少部分での e_i に対する位相である。本実施例では、これらの区別をスロットの前後で検出した電界強度の差分情報を用い

ることにより行う。

【0042】次に、検出した電界強度の履歴情報を基に、蛍光灯フェージングに対する受信スロットの位相を特定する方法について述べる。本実施例では第一スロットに検出した電界強度情報を基に、第二スロットで検出されると推定できる電界強度の候補値群を決定し、候補値群と第二スロットで検出した電界強度とから第一スロットの位相情報を決定する。

【0043】この初期位相決定手順を図7に示すフローチャートを用いて説明する。まず、時刻 t_i でスロットを受信し、電界強度 e_i を検出する(ステップS1～S2)。端末は、予め蛍光灯フェージングの位相に対する電界強度変動を学習し、ステップS3中に示される記憶テーブルに記憶しているものとする。従って、この記憶テーブルを参照することにより、電界強度変動 e_i に対する位相の候補 ϕ_1 , ϕ_2 を知ることができる。更に、スロット i の相対位相が ϕ_1 , ϕ_2 であるとしたとき、スロット $i+1$ で検出される電界強度の絶対値が推定可能である。

【0044】次のステップS4では、初期位相に対する自スロットの電界強度推定値をそれぞれ $\phi_1 \rightarrow e_3$, $\phi_2 \rightarrow e_4$ とする。続いて、時刻 t_{i+1} でスロット $i+1$ を受信し(ステップS5)、さらに電界強度 e_{i+1} を検出して先に推定した電界強度の候補値と検出値 e_{i+1} との比較を行い(ステップS6)、 e_3 である場合は初期位相が ϕ_1 と判定し(ステップS7)、 e_4 である場合は初期位相が ϕ_2 であると判定する(ステップS8)。ここに e_3 と e_4 の誤差が充分小さいときには、ほぼ $\phi_1 = \phi_2$ であることは明らかである。さらに、検出した電界強度 e_{i+1} と各候補値 e_3 , e_4 との差分をとり、差の小さい方と組になっている位相を初期値としてもよい。なお、蛍光灯による電界強度変動の学習は、実施例1においてサンプリング周期 T_s をフレーム周期に一致させることにより可能である。

【0045】(実施例4)図8は、第二世代コードレス電話のように、フレーム周期が蛍光灯フェージングの周期の整数倍である場合の実施例を示す図である。本実施例では、フレーム周期が周期に対して同期するため、スロットでサンプリングした電界強度と同一のものが繰り返される確率が高いことを利用して、過去の検出値を基に利得制御を行う。可変利得回路41は、利得制御テーブル45からの利得制御信号により所望の利得に制御される。受信信号は、この可変利得回路41により後段のA/D変換器42に適正な電圧値になるように増幅された後、A/D変換器42によりデジタル化される。A/D変換器42の出力は電界強度検出回路43に入力され、受信信号の包絡線レベルが検出されることにより、電界強度情報が出力される。

【0046】この電界強度情報はシフトレジスタ44に入力され、スロットに同期したクロック46により遅延

されて出力される。シフトレジスタ44の遅延量は、出力される電界強度と利得制御されるスロットで検出される電界強度とが一致するように設定される。

【0047】受信信号は、実際には度々述べたように周囲の人の動きや端末の移動により、ゆっくりとしたフェージングを受けている。これに対応するため、本実施例ではシフトレジスタ44の出力と、電界強度検出回路43で検出された電界強度との差分を求める差分回路47により電界強度変動量が算出され、これが利得制御テーブル45による利得制御に反映される。利得制御テーブル45は、連続的な制御により利得制御を行う場合には、D/A変換器を含むものとする。

【0048】次に、本実施例の動作を図9を用いて説明する。図9(a)は周期 T_{fl} の蛍光灯フェージングの上に、更に周囲の人の移動や端末自身の移動に伴う比較的ゆっくりとしたフェージングが重畳した場合の電界強度変動を示している。本実施例では無線端末は時分割多重のシステムへの適用を前提とし、周期 T_{sl} 毎にバースト的に受信を行う場合について述べる。例えば、第二世代コードレス電話では $1/T_{sl}=200\text{Hz}$ であり、図9(b)に示すように蛍光灯フェージングの一周期区間当たり2回バースト受信を行う。図9(c)に、各受信バースト内で検出した受信電界強度値 $E(k)$ に示す。ここで、連続したバースト間の電界強度検出値の遷移50に対し、一つおきに検出した電界強度遷移51、52の方がバースト間のレベル変動が少ない。またバーストの長さはフェージング周期に比べ充分時間的に短いことから、バースト内で利得設定は1回のみ行えば良い。

【0049】すなわち、ゆっくりとしたフェージングが想定される場合は、前々回の受信スロット内で検出した電界強度情報を基に次の利得を設定することが可能である。これは一般に、蛍光灯フェージングの周期 T_{fl} とTDMAのフレーム周期 T_{sl} の関係が整数倍のときに有効である。すなわち、 $T_{fl}=m \cdot T_{sl}$ (m ; 整数)であるとき、 m バースト前に検出した電界強度情報を参照すればよい。

【0050】(実施例5)ところで、実際にはフレーム周期 T_{sl} とフェージング周期 T_{fl} の同期誤差や、端末の使用条件の変化により定期的に図7中に示す記憶テーブル(e, ϕ)の更新が必要である。そこで、本実施例ではこの記憶テーブル(e, ϕ)の更新手段を備えた自動利得制御装置について述べる。

【0051】図10において、可変利得回路60は利得推定部61からの制御信号により利得が制御される。記憶テーブル62は、予め学習され記憶された電界強度 e と相対位相 ϕ に対応したテーブル(e, ϕ)を持ち、初期電界強度 e_0 とスロット受信時刻 t_i を入力として、これらと過去の電界強度の履歴 $\{e_0, e_1, \dots, e_{i-1}\}$ とから所定時刻 t_i に受信される電界強度を予測し、同期回路65へ出力する。減算器63は、同期回

路65を介して入力される受信電界強度の推定値と、これを基に設定した利得を有する可変利得回路60で増幅した受信信号から電界強度検出回路63で得られる実際の電界強度との誤差を求める。そして、積分回路66で減算器65からの誤差出力を一定時間積分した値67を出力し、これを用いてテーブル62の更新を行う。

【0052】(実施例6)図11に、本実施例に係る自動利得制御装置を示す。蛍光灯フェージングの周期は通常の場合、人や周辺の動きによるフェージング周期に比べ充分速いことから、実施例1ではこれらの異なるフェージング周期に対応する二通りのAGCを2通り持っている。

【0053】これに対し、本実施例では蛍光灯のフェージング周期が予め分かることを利用して、図12(c)示すような蛍光灯フェージングの周波数 T_{fl} に遮断帯域のある特性をもつ帯域遮断フィルタを用いることにより、蛍光灯フェージングの影響を除去することによってAGCの構成の簡易化を図っている。

【0054】具体的には、本実施例においては可変利得回路70の出力信号をA/D変換器75でデジタル化した後、包絡線検出回路74でデジタル的に包絡線レベルを検出し、さらにその変動を検出する。ここで、包絡線レベル変動の検出は、包絡線検出回路74と、この包絡線検出回路74の出力と基準値との差分をとる差分回路73と、雑音抑圧のためのループフィルタ72およびループゲイン付与回路71によって行われる。ここで、ループゲイン付与回路71により付与されるループゲインは、人や周辺の動き等を考慮した時定数に基づいて設定する。本実施例では、AGCがフィードバックループであるが、フィードフォワードループであっても差し支えない。

【0055】一方、蛍光灯フェージングの周期に帯域遮断特性を持つ帯域遮断フィルタ76をA/D変換器75の出力側に配置することにより、高速なフェージングによる電界強度変動を吸収する。この動作を図12を用いて説明する。

【0056】図12(a)は、蛍光灯フェージングの影響を受けた受信信号波形 E_{in} を示している。図のように周期 T_{fl} 毎に電界強度が大きく下がる。この蛍光灯フェージングの影響を受けた受信信号 E_{in} の大きさは、通常、直接波が干渉により弱まる条件で20~30dBと大きくなるが、大部分において10dB程度である。また、電界強度が落ち込む周期が一定であることから、図12(c)に示すような $1/T_{fl}$ に遮断中心周波数を持つ帯域遮断フィルタ76を通過させることにより、同図(d)に示すように電界強度変動の影響を弱めることができる。なお、帯域遮断フィルタ76の出力を包絡線検出回路74の入力としてもよい。

【0057】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば蛍光

灯フェージングによる電界強度変動が周期性を有すること、すなわちフェージング周波数が商用交流電源周波数の2倍であることと、蛍光灯フェージングの電界強度変動のレベルは周囲の人間や無線端末の動きに比べ充分長い時間でほぼ一定であることに着目して、蛍光灯フェージングによる所定周期の受信電界強度の変動の情報をサンプリングして記憶しておき、これを読み出して自動利得制御を行うことにより、簡単な構成で高速な蛍光灯フェージングによる電界強度変動への追従が可能な自動利得制御装置を提供することができる。

【0058】また、記憶した電界強度変動の情報とリアルタイムで検出される電界強度情報との差分を積分してその積分値が所定値以上になったとき記憶内容を更新することにより、無線通信端末の周囲にいる人や端末自身の移動による蛍光灯フェージングの状況変化にも対応した常に最適な自動利得制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係る自動利得制御装置の構成を示すブロック図

【図2】実施例1の動作を説明するためのタイミング図

【図3】実施例1の動作を説明するためのサンプリングクロックのタイミング図

【図4】本発明の実施例2に係る自動利得制御装置の要部の構成を示すブロック図

【図5】本発明の実施例3に係る自動利得制御装置を説明するためのタイミング図

【図6】実施例3に係る自動利得制御装置の要部の構成を示すブロック図

【図7】実施例3における初期位相決定手順を説明するためのフローチャート

【図8】本発明の実施例4に係る自動利得制御装置の要部の構成を示すブロック図

【図9】実施例4の動作を説明するためのタイミング図

【図10】本発明の実施例5に係る自動利得制御装置の要部の構成を示すブロック図

【図11】本発明の実施例6に係る自動利得制御装置の要部の構成を示すブロック図

【図12】実施例6の動作を説明するための図

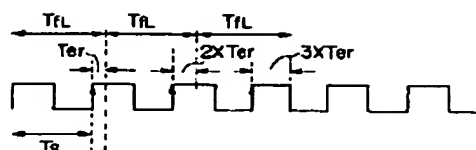
【符号の説明】

11…アンテナ

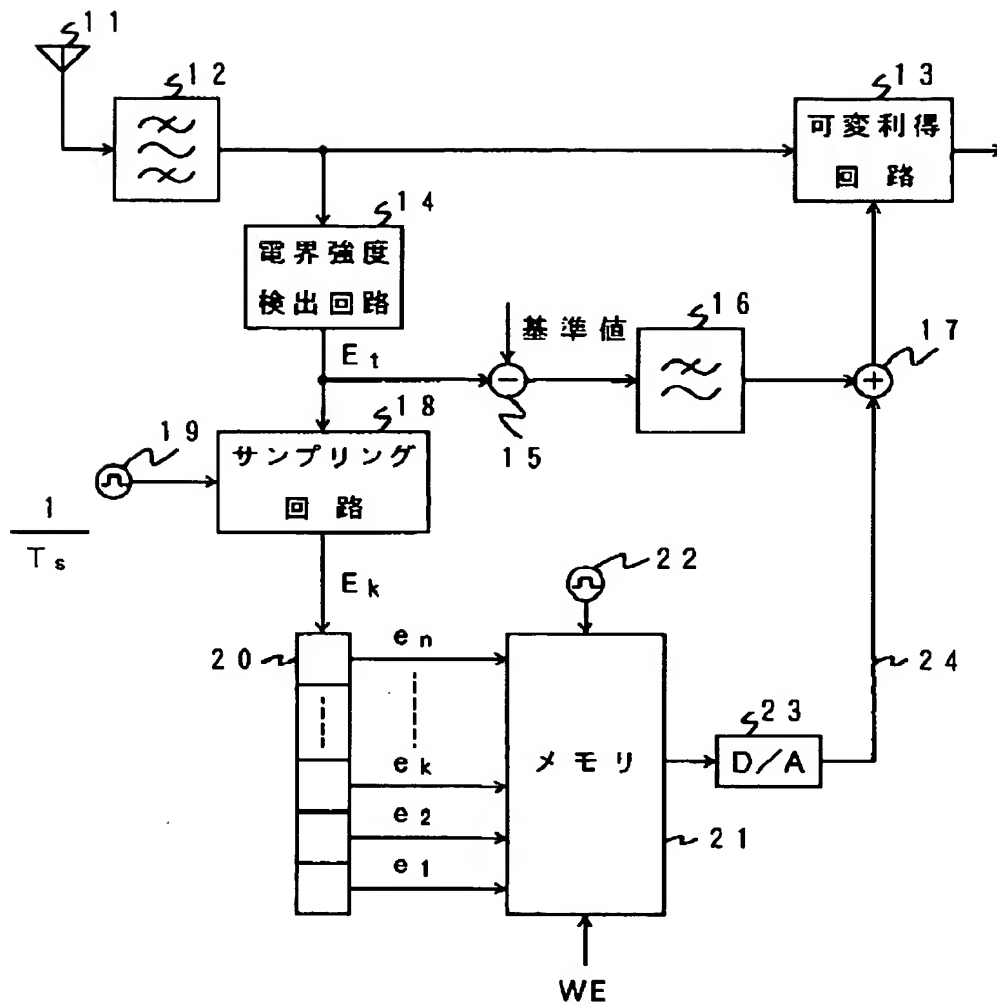
12…フィルタ

- * 13…可変利得回路
- 14…電界強度検出回路
- 15…減算器
- 16…ローパスフィルタ
- 17…加算器
- 18…サンプリング回路
- 19…サンプリングクロック発生回路
- 20…データレジスタ
- 21…メモリ
- 22…読み出しクロック発生回路
- 23…D/A変換器
- 24…利得制御信号
- 25…差分検出回路
- 26…データレジスタ
- 27…累積加算器
- 28…比較器
- 30～33…電界強度検出回路
- 34…、35…差分回路
- 36…メモリ
- 41…可変利得回路
- 42…A/D変換器
- 43…電界強度検出回路
- 44…シフトレジスタ
- 45…利得制御テーブル
- 46…クロック
- 47…減算器
- 60…可変利得回路
- 61…利得推定部
- 62…記憶テーブル
- 63…電界強度検出回路
- 64…減算器
- 65…同期回路
- 66…積分回路
- 67…積分値
- 70…可変利得回路
- 71…ループゲイン付与回路
- 72…ループフィルタ
- 73…減算器
- 74…包絡線検出回路
- 75…A/D変換器
- * 76…帯域遮断フィルタ

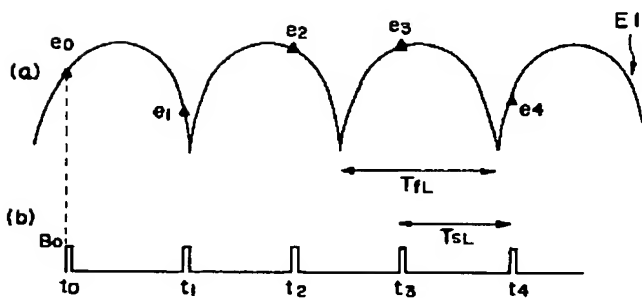
【図3】



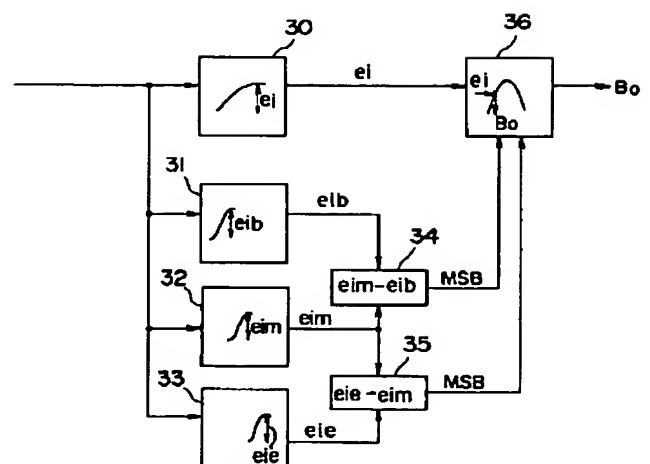
【図 1】



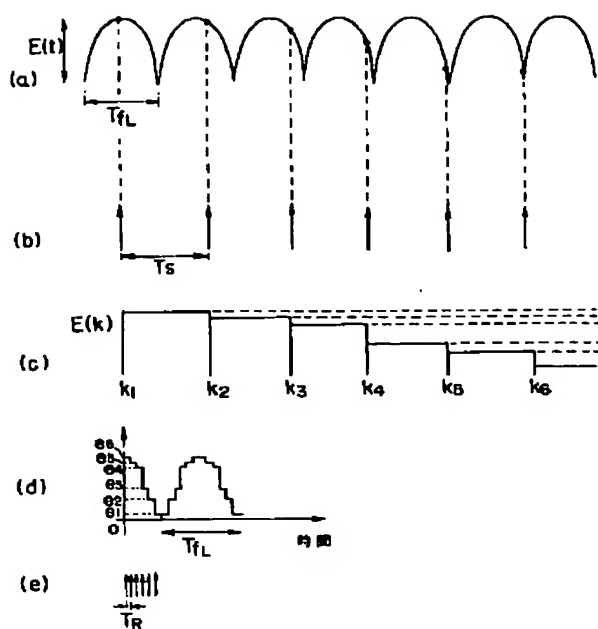
【図 5】



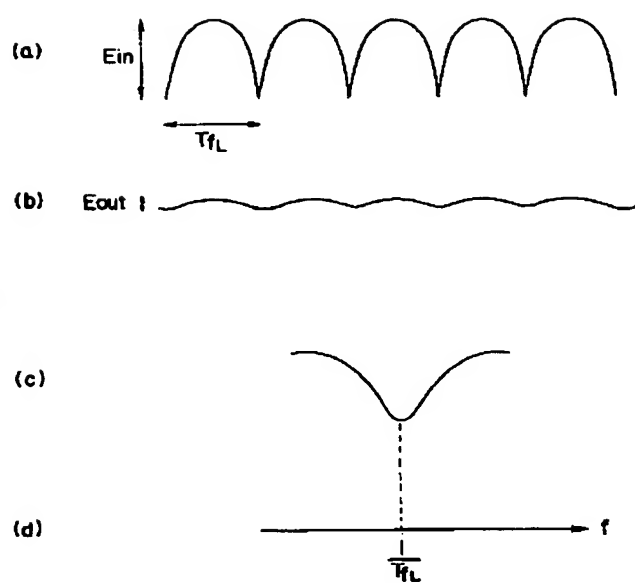
【図 6】



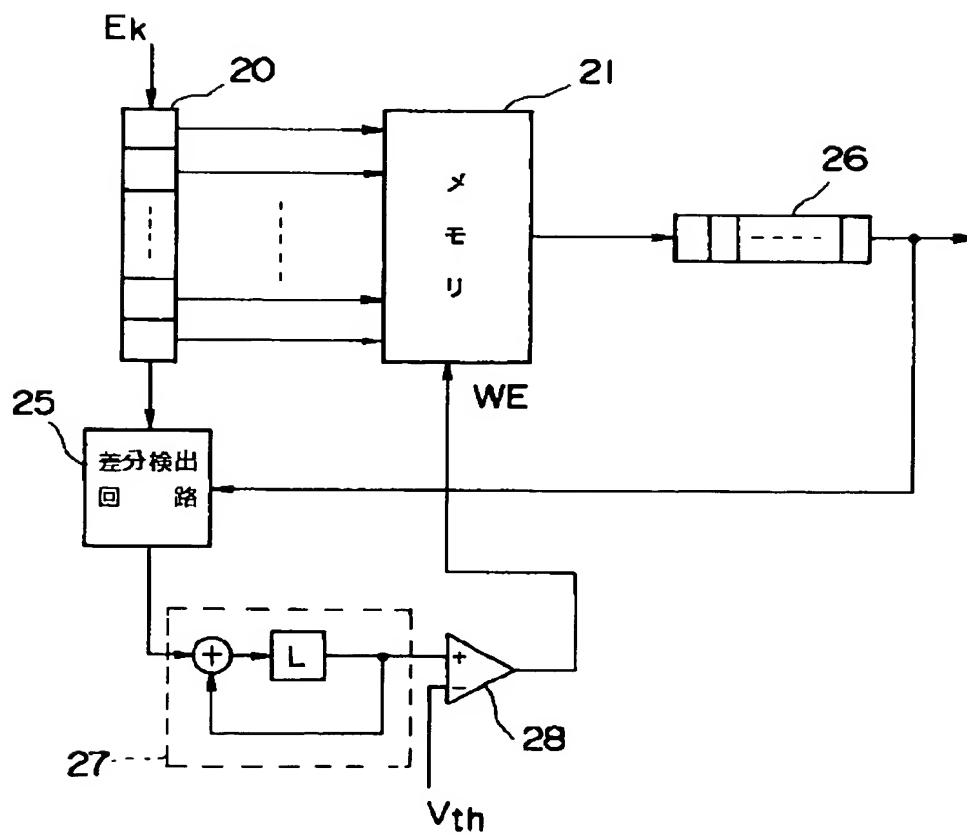
【図 2】



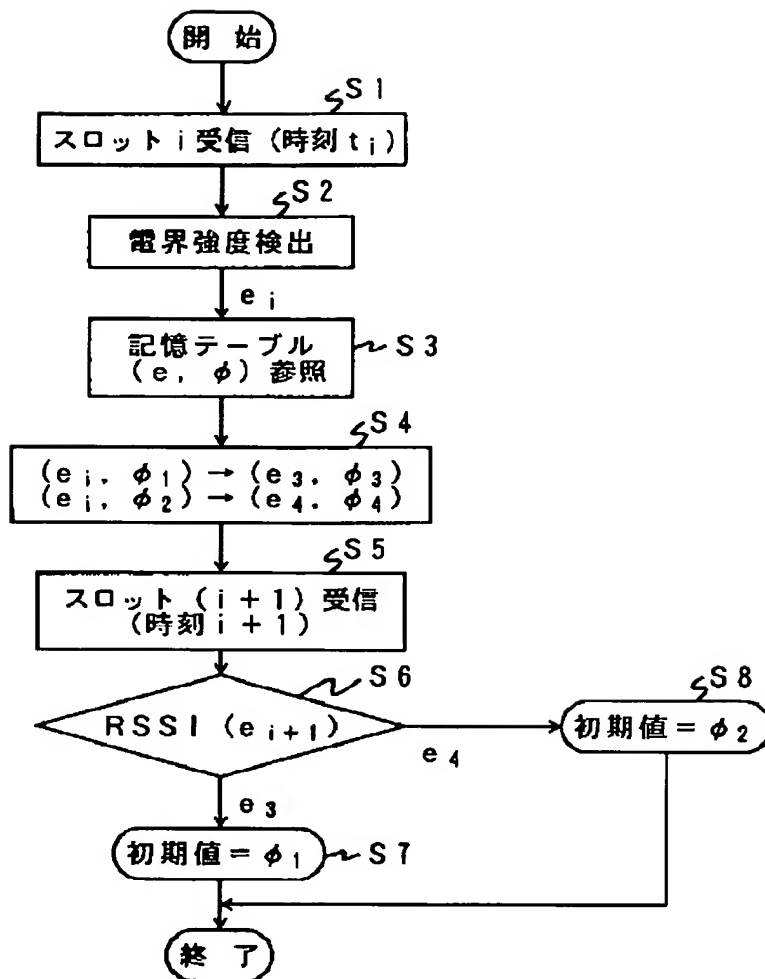
【図 12】



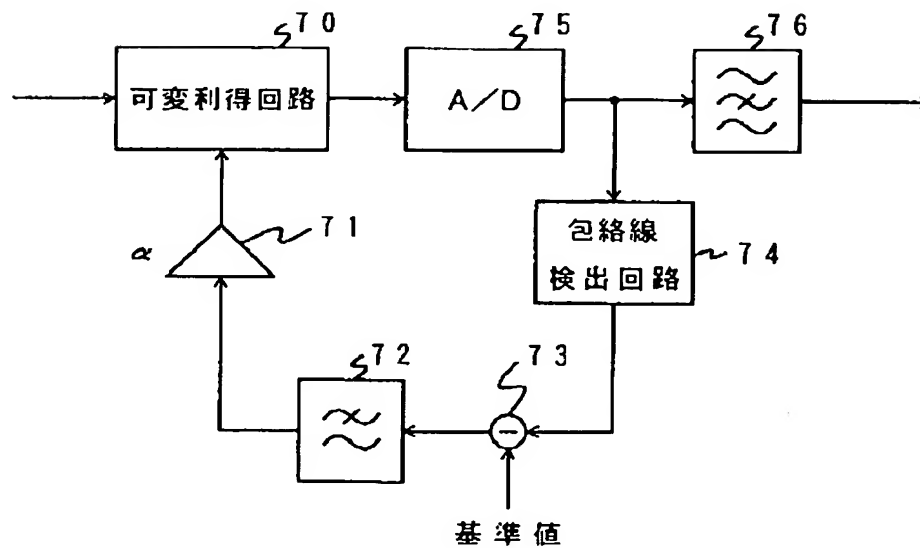
【図 4】



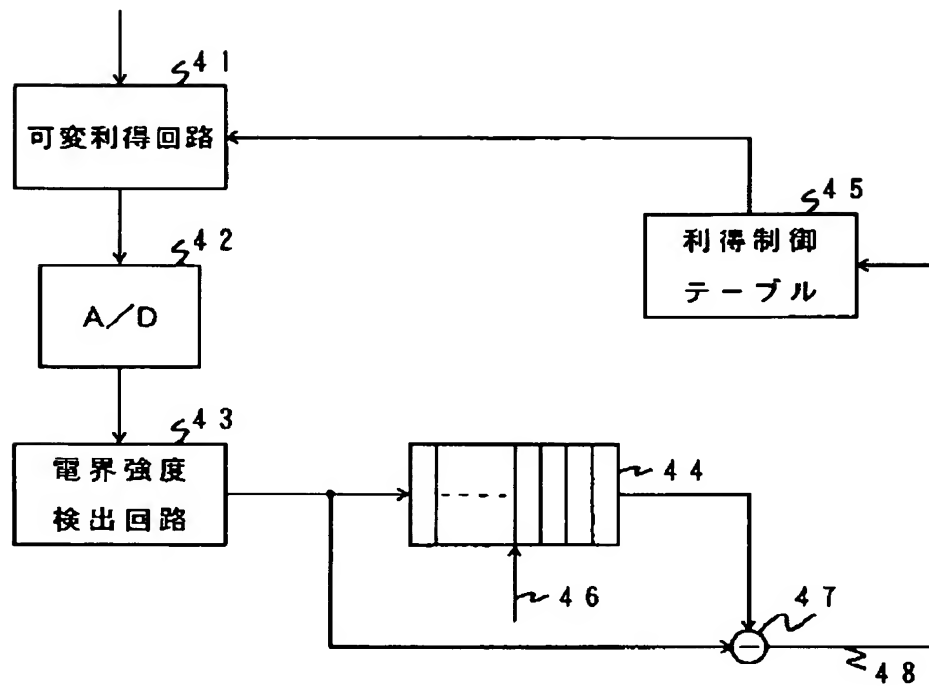
【図 7】



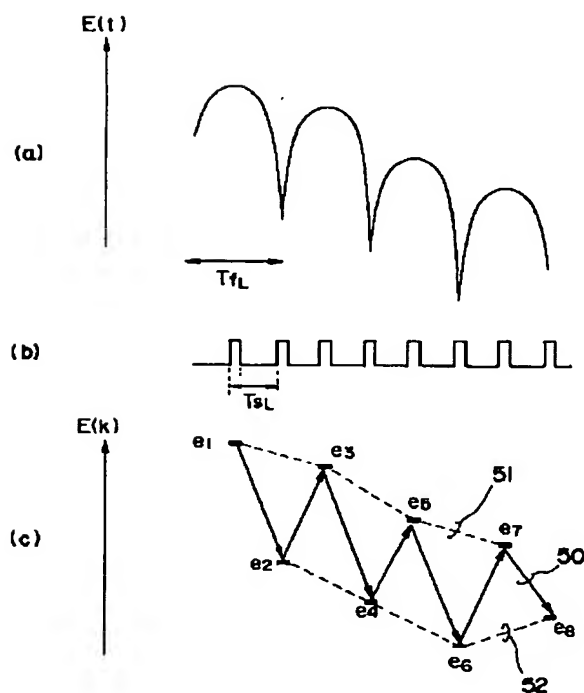
【図 11】



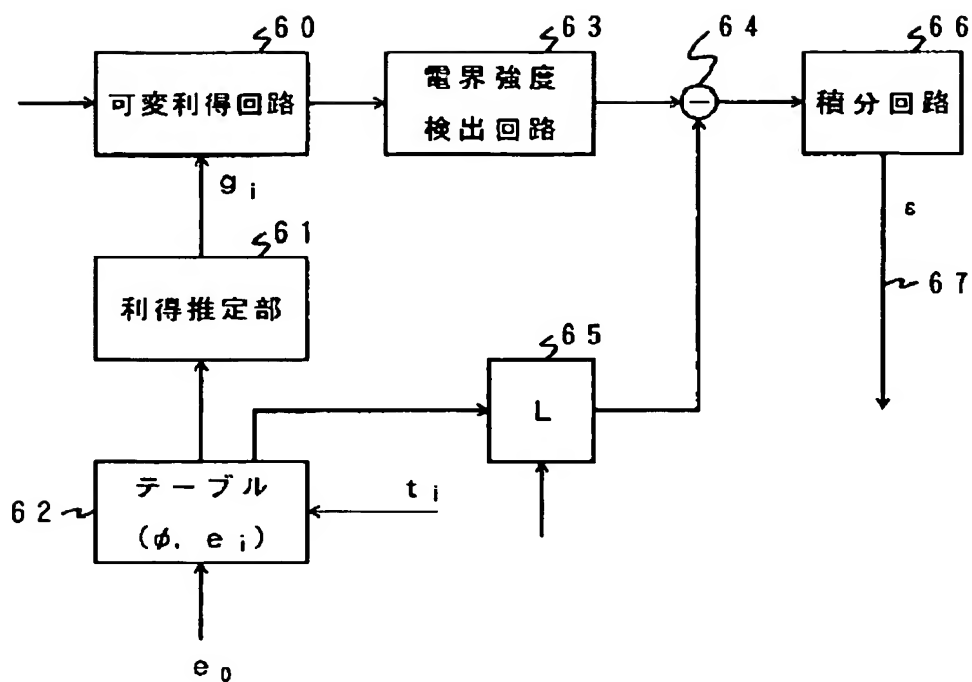
【図8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 康夫
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
 式会社東芝研究開発センター内